

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-208429

(43)Date of publication of application : 26.07.2002

(51)Int.CI.

H01M 8/06  
H01M 8/04  
H01M 8/10

(21)Application number : 2001-001532

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 09.01.2001

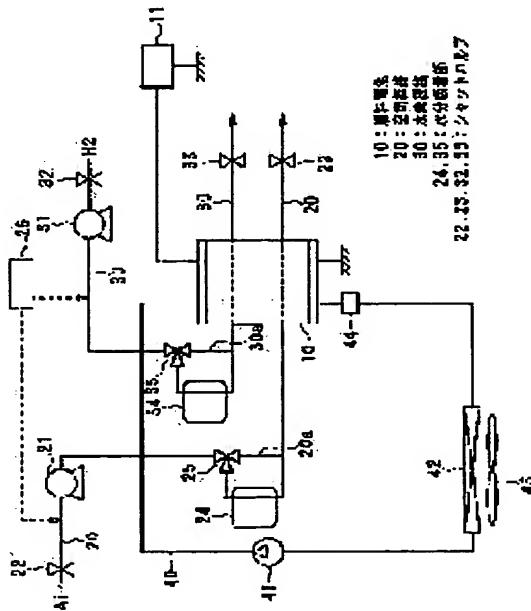
(72)Inventor : SASAKI HIROKUNI  
SAKAGAMI YUICHI  
HOTTA NAOTO

## (54) FUEL CELL SYSTEM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell system used under a low temperature which can eliminate moisture inside the fuel cell after its operation is stopped.

**SOLUTION:** Moisture absorbing parts 24, 34 equipped with an absorbing agent at least at either an air path 20 through which oxygen is passed, or a hydrogen path 30 through which hydrogen is passed, are provided to absorb moisture inside the fuel cell 10 after the stop of normal operation of the fuel cell 10. An opening and closing valves 22, 23, 32, and 33 are provided at both end parts of the air path 20 and the hydrogen path 30, with which, when moisture inside the fuel cell 10 is absorbed by the moisture absorbing parts 24 and 34, both end parts of the air paths 20, 60 and the hydrogen path 30 are blocked.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

[decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-208429

(P2002-208429A)

(43)公開日 平成14年7月26日 (2002.7.26)

(51)Int.Cl.\*

H 01 M 8/06  
8/04

識別記号

F I

H 01 M 8/06  
8/04

テマコード\* (参考)

W 5 H 0 2 6  
Y 5 H 0 2 7

J

H

K

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-1532(P2001-1532)

(22)出願日 平成13年1月9日 (2001.1.9)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 佐々木 博邦

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72)発明者 坂上 祐一

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(74)代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外2名)

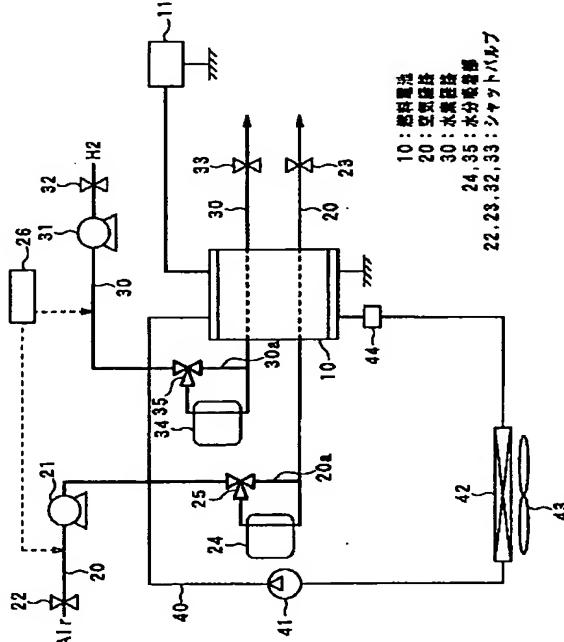
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池システム

(57)【要約】

【課題】 低温環境下で使用される燃料電池システムにおいて、運転停止後、燃料電池内部の水分を除去できることが可能な燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 酸素が通過する空気経路20あるいは水素が通過する水素経路30の少なくとも一方に吸着剤を備えた水分吸着部24、34を設け、燃料電池10の通常運転停止後、水分吸着部24、34により燃料電池10内部の水分を吸着させる。空気経路20および水素経路30の両端部に、開閉弁22、23、32、33が設け、水分吸着部24、34により燃料電池10内部の水分吸着を行う際に、開閉弁22、23、32、33により空気経路20、60および水素経路30の両端部を遮断する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素極に供給される水素と酸素極に供給される酸素とを電気化学反応させて電力を得る燃料電池(10)を備える燃料電池システムであって、前記酸素極に供給される酸素が通過する空気経路(20)と、前記水素極に供給される水素が通過する水素経路(30)と、前記空気経路(20)あるいは前記水素経路(30)の少なくとも一方に設けられるとともに、吸着剤を備えた水分吸着部(24、34)とを備え、前記燃料電池(10)の通常運転停止後、前記水分吸着部(24、34)により前記燃料電池(10)内部の水分を吸着させることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 前記空気経路(20)あるいは前記水素経路(30)の少なくとも一方には、前記水分吸着部(24、34)をバイパスさせるバイパス経路(20a、30a)と、前記空気経路(20)あるいは前記水素流路(30)を前記水分吸着部(24、34)側あるいは前記バイパス経路(20a、30a)側に切替可能な流路切替弁(25、35)とが設けられていることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】 前記水分吸着部(24、34)は、前記空気経路(20)あるいは前記水素経路(30)の少なくとも一方における前記燃料電池(10)の上流側に設けられていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項4】 前記空気経路(20)および前記水素経路(30)の両端部には、前記空気経路(20)および前記水素経路(30)を遮断する開閉弁(22、23、32、33)が設けられており、前記燃料電池(10)の通常運転停止後において、少なくとも前記水分吸着部(24、34)により前記燃料電池(10)内部の水分吸着を行う際に、前記開閉弁(22、23、32、33)により前記空気経路(20、60)および前記水素経路(30)の両端部を遮断することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項5】 前記燃料電池(10)の通常運転停止後、前記水分吸着部(24、34)により前記燃料電池(10)内部の水分吸着を行う前に、前記空気経路(20)あるいは前記水素経路(30)のうち少なくとも前記水分吸着部(24、34)が設けられている経路に、前記燃料電池(10)内部の温度より高温に加熱された乾燥ガスを所定時間供給することを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1つに記載の燃料電池システム。

【請求項6】 前記水分吸着部(24)は前記空気経路(20)に設けられており、

10

2

前記燃料電池(10)の通常運転停止後、前記酸素経路(20)に乾燥酸素を供給するとともに前記水素経路(30)に乾燥水素を所定時間供給して前記燃料電池(10)内部における水素極側の水分除去を行った後、前記水分吸着部(24、34)により前記燃料電池(10)内部における酸素極側の水分を吸着させることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1つに燃料電池システム。

20

【請求項7】 前記燃料電池(10)の通常運転停止後、前記酸素経路(20)に乾燥酸素を供給するとともに前記水素経路(30)に乾燥水素を所定時間供給して前記燃料電池(10)内部における水素極側の水分除去を行った後であって、前記水分吸着部(24、34)により前記燃料電池(10)内部における酸素極側の水分を吸着させる前に、少なくとも前記空気通路(20)に前記燃料電池(10)内部の温度より高温に加熱された乾燥ガスを所定時間供給することを特徴とする請求項6に記載の燃料電池システム。

20

【請求項8】 前記燃料電池(10)を構成する複数のセルのうち一部のセルについて水分除去を行うことを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1つに記載の燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、水素と酸素との化学反応により電気エネルギー発生させる燃料電池からなる燃料電池システムに関するもので、車両、船舶及びポータブル発電器等の移動体に適用して有効である。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、水素と酸素(空気)との電気化学反応を利用して発電を行う燃料電池を備えた燃料電池システムが知られている。例えば車両用等の駆動源として考えられている高分子電解質型燃料電池では、0°C以下の低温状態では、電極近傍に存在している水分が凍結して反応ガスの拡散を阻害したり、電解質膜の電気伝導率が低下するという問題がある。

【0003】 このような低温環境下で燃料電池を起動する際、凍結による反応ガス経路の目詰まりあるいは電解質膜への反応ガス(水素および空気)の進行・到達の阻害により、燃料ガスを供給しても電気化学反応が進行せず、燃料電池を起動できないという問題がある。さらに、反応ガス経路内で結露した水分の凍結によるガス経路の閉塞も生ずる。

【0004】 燃料電池を車両用として用いる場合には、あらゆる環境下における始動性が重要となる。このため、従来においては、燃焼式ヒータ等により流体を加熱し、その加熱された流体(温水)を燃料電池に供給することにより、燃料電池を加熱昇温(暖機)して燃料電池を起動するシステムが提案されている。

## 【0005】

40

50

【発明が解決しようとする課題】ところが、このような起動方法では、燃料電池の熱容量が大きいため昇温に多大な時間を要することとなり、燃料電池を短時間で起動させることが難しい。また、暖機用加熱源としてヒータ等が必要となるため、燃料電池システムを搭載スペースに制約のある車両用として用いる場合には体格の面でも問題となる。

【0006】従って、燃料電池内部での凍結を防止して低温起動性を向上させるためには、低温環境下に凍結する水分を予め燃料電池内部から除去しておくことが望まれる。

【0007】本発明は、上記問題点に鑑み、低温環境下で使用される燃料電池システムにおいて、運転停止後、燃料電池内部の水分を除去できることが可能な燃料電池システムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、水素極に供給される水素と酸素極に供給される酸素とを電気化学反応させて電力を得る燃料電池(10)を備える燃料電池システムであって、酸素極に供給される酸素が通過する空気経路(20)と、水素極に供給される水素が通過する水素経路(30)と、空気経路(20)あるいは水素経路(30)の少なくとも一方に設けられるとともに、吸着剤を備えた水分吸着部(24、34)とを備え、燃料電池(10)の通常運転停止後、水分吸着部(24、34)により燃料電池(10)内部の水分を吸着させることを特徴としている。

【0009】これにより、燃料電池(10)の通常運転停止後、燃料電池(10)内部の残留水分を除去し乾燥させることができる。このとき、吸着剤による吸着によれば自然放置により燃料電池(10)内部の水分を除去することができるため、残留水分除去のために特別の制御や動力を必要とせず、簡易で安全な手段であり信頼性も確保される。また、吸着剤は吸着反応に伴って発熱を生じるが、吸着剤に対する水分吸着を自然放置にて行うため、吸着速度は遅くなり吸着反応に伴う発熱も少なくなる。

【0010】従って、水分吸着部(24、34)は外気による自然冷却で冷却可能となり、積極的な冷却系を設ける必要がない。また、吸着速度が遅いため、燃料電池(10)の停止時間が短時間であった場合には電解質膜は湿潤状態を保っており、その温度から瞬時にF C スタック10を起動することができる。

【0011】また、請求項2に記載の発明では、空気経路(20)あるいは水素経路(30)の少なくとも一方には、水分吸着部(24、34)をバイパスさせるバイパス経路(20a、30a)と、空気経路(20)あるいは水素流路(30)を水分吸着部(24、34)側あるいはバイパス経路(20a、30a)側に切替可能な

流路切替弁(25、35)とが設けられていることを特徴としている。

【0012】これにより、必要に応じて流路切替弁(25、35)を切り替えることで、通常運転時には加湿された空気あるいは水素が水分吸着部(24、34)に流れないようにして吸着剤の乾燥を保つことができ、水分除去時には燃料電池内部の水分を吸着剤に吸着させることができる。さらに、吸着剤に吸着された水分を、通常運転時において燃料電池に供給される空気あるいは水素の加湿に用いるように構成することができる。

【0013】また、請求項3に記載の発明では、水分吸着部(24、34)は、空気経路(20)あるいは水素経路(30)の少なくとも一方における燃料電池(10)の上流側に設けられていることを特徴としている。これにより、水分吸着部(24、34)に吸着させた水分を、次回の通常運転時において、燃料電池(10)に供給される空気あるいは水素の加湿に利用することができる。また、これにより吸着剤から水分を脱離して吸着剤を再生することができ、次回運転停止時の水分吸着に備えることができる。

【0014】また、請求項4に記載の発明では、空気経路(20)および水素経路(30)の両端部には、空気経路(20)および水素経路(30)を遮断する開閉弁(22、23、32、33)が設けられており、燃料電池(10)の通常運転停止後において、少なくとも水分吸着部(24、34)により燃料電池(10)内部の水分吸着を行な際に、開閉弁(22、23、32、33)により空気経路(20、60)および水素経路(30)の両端部を遮断することを特徴としている。

【0015】これにより、燃料電池(10)と水分吸着部(24、34)との閉ループを形成でき、閉ループ内の水分をすべて水分吸着部(24、34)に吸着させることができる。空気経路(20)および水素経路(30)は外気と遮断されてため、水分の蒸気圧は外気での蒸気圧とならず、閉ループ内の系圧となる。このため、吸着剤との蒸気圧を常に確保することができ、吸着剤による水分の吸着を進行させることができる。また、空気経路(20)および水素経路(30)を遮断することで、燃料電池(10)内部の水分除去が終了した後であって、燃料電池(10)の運転停止中において、外環境からのガス経路(20、30)および燃料電池(10)内への水蒸気侵入を防止することができる。

【0016】また、請求項5に記載の発明では、燃料電池(10)の通常運転停止後、水分吸着部(24、34)により燃料電池(10)内部の水分吸着を行なう前に、空気経路(20)あるいは水素経路(30)のうち少なくとも水分吸着部(24、34)が設けられている経路に、燃料電池(10)内部の温度より高温に加熱された乾燥ガスを所定時間供給することを特徴としている。

【0017】これにより、吸着剤による水分吸着に先立ち、燃料電池(10)内の水分をある程度除去しておくことができるため、吸着剤にて吸着すべき水分量を減少させることができ、吸着剤の容量を少なくすることができます。

【0018】また、請求項6に記載の発明では、水分吸着部(24)は空気経路(20)に設けられており、燃料電池(10)の通常運転停止後、酸素経路(20)に乾燥酸素を供給するとともに水素経路(30)に乾燥水素を所定時間供給して燃料電池(10)内部における水素極側の水分除去を行った後、水分吸着部(24、34)により燃料電池(10)内部における酸素極側の水分を吸着させることを特徴としている。

【0019】これにより、燃料電池(10)の水素極側は、乾燥水素及び乾燥空気の供給による燃料電池(10)の仮の運転により水分を除去でき、酸素極側は吸着剤による吸着により水分を除去できる。

【0020】また、請求項7に記載の発明では、酸素経路(20)に乾燥酸素を供給するとともに水素経路(30)に乾燥水素を所定時間供給して燃料電池(10)内部における水素極側の水分除去を行った後であって、水分吸着部(24、34)により燃料電池(10)内部における酸素極側の水分を吸着させる前に、空気通路(20)に燃料電池(10)内部の温度より高温に加熱された乾燥ガスを所定時間供給することを特徴としている。

【0021】また、請求項8に記載の発明では、燃料電池(10)を構成する複数のセルのうち一部のセルについて水分除去を行うことを特徴としている。このように水分除去を行ったセルを起動用セルとして用い、起動用セルを先に起動させることで、その排熱を利用して残りのセルを昇温し起動させることができる。このような構成によれば、すべてのセルについて水分除去を行う必要が無く効率的である。

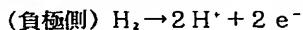
【0022】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

### 【0023】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)以下、本発明の第1実施形態を図1～図3に基づいて説明する。本第1実施形態は、燃料電池システムを燃料電池を電源として走行する電気自動車(燃料電池車両)に適用したものである。図1は、第1実施形態の燃料電池システムの全体構成を示している。

【0024】図1に示すように、本実施形態の燃料電池システムは、水素と酸素との電気化学反応を利用して電力を発生する燃料電池(FCスタック)10を備えている。このFCスタック10は、車両走行用の電動モータ(負荷)11や2次電池(図1中では図示せず)等の電気機器に電力を供給するものである。本実施形態ではFCスタック10として固体高分子電解質型燃料電池を用

いており、基本単位となるセルが複数積層されて構成されている。FCスタック10では、以下の水素と酸素の電気化学反応が起り電気エネルギーが発生する。



燃料電池システムには、FCスタック10の酸素極(正極)側に空気(酸素)を供給するための空気経路20と、FCスタック10の水素極(負極)側に水素を供給するための水素経路30が設けられている。空気経路20には空気供給用の空気圧送用コンプレッサ(ガス圧縮機)21が設けられている。水素経路30には水素供給用の水素ポンプ31が設けられている。

【0025】空気経路20の両端部には、空気経路20と、30内部を外気から遮断するためのシャットバルブ(開閉弁)22、23が設けられている。水素経路30の両端部にも、同様のシャットバルブ32、33が設けられている。

【0026】また、空気経路20および水素経路30には、シリカゲルや活性炭等の吸着剤が充填された水分吸着部24、34が設けられている。本第1実施形態においては、水分吸着部24、34は、FCスタック10の上流側に設けられている。水分吸着部24、34は、空気経路20等に並列的に配置されている。空気経路20等では、水分吸着部24、34をバイパスするバイパス経路20a、30aが設けられている。

【0027】水分吸着部24、34の上流側における水分吸着部24、34側とバイパス経路20a、30a側との分歧点には、流路切替弁25、35が設けられている。この流路切替弁25、35によって、空気経路20を流れる空気あるいは水素経路30を流れる水素を水分吸着部24、34側に流すか、あるいはバイパス経路20a、30a側に流すかを切り替えることができる。

【0028】また、FCスタック10では、発電時における電気化学反応のためにFCスタック10内の電解質膜を水分を含んだ湿潤状態にしておく必要がある。このため、燃料電池システムには水が蓄えられた加湿装置26が設けられており、通常運転時には、加湿装置23により空気経路20の空気および水素経路30の水素に加湿が行われ、FCスタック10には加湿された空気および水素が供給される。これにより、FCスタック10内部は湿潤状態で作動することとなる。また、酸素極側では上記電気化学反応により水分が生成する。

【0029】FCスタック10は発電に伴い発熱を生じる。このため、燃料電池システムには、FCスタック10を冷却して作動温度が電気化学反応に適温(80°C程度)となるよう冷却システム40～44が設けられている。

【0030】冷却システムには、FCスタック10に冷却水(熱媒体)を循環させる冷却水経路40、冷却水を循環させるウォータポンプ41、ファン43を備えたラ

ジエータ42が設けられている。FC STACK 10で発生した熱は、冷却水を介してラジエータ42で系外に排出される。冷却水経路40におけるFC STACK 10の下流側には、FC STACK 10の発熱量(温度)を検出するための温度センサ44が設けられている。このような冷却系によって、ウォータポンプ41による流量制御、ラジエータ42およびファン43による風量制御で冷却温調を行うことができる。

【0031】本実施形態の燃料電池システムには各種制御を行う制御部(ECU)50が設けられている。制御部50には、負荷11からの要求電力信号、外気温センサ13からの外気温信号、温度センサ44からの温度信号等が入力される。また、制御部50は、2次電池12、加湿装置26、空気圧送コンプレッサ21、水素ポンプ31、ウォータポンプ41、ラジエータファン44、シャットバルブ22、23、32、33、流路切替弁25、35等に制御信号を出力するように構成されている。

【0032】以下、上記構成の燃料電池システムの作動を図3に基づいて説明する。図3は燃料電池システムの通常運転停止後における水分除去運転時の作動を示すフローチャートである。

【0033】まず、燃料電池システムの通常運転における作動について説明する。負荷11からの電力要求に応じて、FC STACK 10への空気(酸素)および水素の供給が行われる。このとき、空気経路20および水素経路30において、流路切替弁25、35はバイパス通路20a、30a側に切り替えられており、FC STACK 10に供給される空気および水素は水分吸着部24、34をバイパスする。FC STACK 10では電気化学反応により発電が起り、発電した電力は負荷11に供給される。

【0034】また、FC STACK 10では発電に伴う発熱が起る。FC STACK 10では、作動時に安定出力を得るためにFC STACK 10本体を定温(80°C程度)に維持する必要があるため、冷却水経路40を流れる冷却水によりFC STACK 10の冷却が行われる。

【0035】燃料電池システムでは、電気化学反応の進行に際してFC STACK 10の電解質膜を湿潤状態に保つため、空気経路20を流れる空気および水素経路30を流れる水素を加湿した上で、FC STACK 10に供給している。加湿は、加湿装置23に貯蔵されている水を用いる。反応後のガスは、FC STACK 10での電気化学反応による生成水を吸収した湿潤ガスとなり、外部に放出される。

【0036】このように、通常運転時には、FC STACK 10内部は湿潤状態で作動しているため、FC STACK 10の運転停止後、FC STACK 10内部には水分が残留することになる。

【0037】次に、通常運転停止後に行うFC STACK

10の水分除去制御を図2に基づいて説明する。

【0038】まず、通常運転停止後にFC STACK 10内の水分バージ(水分除去)が必要か否かを判定する(ステップS10)。水分バージを行うか否かの判定は、運転停止時の環境温度(外気温)や季節情報等を考慮して行う。すなわち、環境温度が0°C以下であるか、あるいは冬季等であり気温の低下が予測されるといった条件に基づいて水分バージの必要性についての判定を行う。当然のことながら、夏場などの条件では凍結のおそれがないため、水分バージは必要とならない。

【0039】また、FC STACK 10の運転停止時に、運転者によるFC STACK 10停止時間の予想時間を入力するように構成してもよい。これは、FC STACK 10の停止時に環境温度が氷結点以下であったとしても、FC STACK 10の予熱が十分あるため、瞬時にFC STACK 10が氷結点以下とはならず、しばらくは高温が維持されるためである。従って、10時間程度(一昼夜)の停止時間内であれば、運転停止時の残留水バージを行う必要がない。

【0040】水分バージを行う必要があると判定された場合には、シャットバルブ22、23、32、33により空気経路20および水素経路30を遮断し(ステップS11)、流路切替弁25、35により空気経路20および水素経路30を水分吸着部24、34側に切り替える(ステップS12)。このとき、FC STACK 10は停止しているため、2次電池12からの電力供給によりシャットバルブ22、23、32、33および流路切替弁25、35を作動させる。

【0041】その後、自然放置して水分吸着部24、34に充填された吸着剤にFC STACK 10内部の水分を吸着させる(ステップS13)。これにより、FC STACK 10内部の残留水分を除去し、FC STACK 10内部を乾燥させることができる。

【0042】このとき、シャットバルブ22、23、32、33により空気経路20および水素経路30を遮断して、FC STACK 10と水分吸着部24、34との閉ループを形成しているので、閉ループ内の水分をすべて水分吸着部24、34にて吸着させることができる。空気経路20および水素経路30は外気と遮断されてため、水分の蒸気圧は外気での蒸気圧とならず、閉ループ内の系圧となる。このため、吸着剤との蒸気圧を常に確保することができ、吸着剤による水分の吸着を進行させることができる。

【0043】このように、FC STACK 10内に残された水分の飽和蒸気圧の変化により、吸着剤への水分の吸着が可能となる。このため、自然放置によりFC STACK 10内部の除去することができる。従って、残留水分除去のために特別の制御や動力を必要とせず、簡易で安全な手段であるため信頼性も確保される。さらに、シャットバルブ22、23、32、33により空気経路20

および水素経路30を遮断することで、外環境からのガス経路20、30およびFC STACK 10内への水蒸気侵入を防止することができる。

【0044】また、吸着剤は吸着反応に伴って発熱を生じるが、吸着剤に対する水分吸着を自然放置にて行うため、吸着速度は遅くなり吸着反応に伴う発熱も少なくなる。従って、水分吸着部24、34は外気による自然冷却で冷却可能となり、積極的な冷却系を設ける必要がない。すなわち、水分吸着部24、34による吸着速度は、外気による自然冷却とバランスした吸熱量の吸着速度となる。

【0045】ところで、FC STACK 10は定常運転時には80°C程度で運転されており、例えば-30°Cの外気温環境においてFC STACK 10が0°Cに到達するのに運転停止後数時間程度要するほどの余熱を有している。このようにFC STACK 10は、運転停止後も余熱のため放熱に時間を要するので、瞬時にFC STACK 10内部から水分を除去させる必要はない。このため、FC STACK 10が凍結温度以下となるまでにFC STACK 10の残留水を除去することができればよく、吸着剤による水分吸着でFC STACK 10内の水分を充分除去できる。

【0046】また、逆にFC STACK 10の停止時間が短時間であった場合には、FC STACK 10内の水分が残留してしまうが、FC STACK 10内部では余熱により凍結が生じないため、電解質膜は湿潤状態を保っている。このため、その温度から瞬時にFC STACK 10を起動することができる。このように、FC STACK 10が停止する度に完全乾燥するわけではないので、効率的であり、適用範囲が広い。

【0047】また、水分吸着部24、34はFC STACK 10の上流側に配置されているので、水分吸着部24、34に吸着させた水分は、次の通常運転時において、FC STACK 10に供給される空気あるいは水素の加湿に利用することができ、加湿装置26の代替手段とすることができる。

【0048】具体的には、空気経路20において、流路切替弁25にて空気の流路を水分吸着部24側に切り替えることで、FC STACK 10に供給される空気を加湿することができる。水素経路30においても、同様に流路切替弁35にて水素の流路を水分吸着部34側に切り替えることで、FC STACK 10に供給される水素を加湿することができる。

【0049】また、これにより吸着剤から水分を脱離して吸着剤を再生することができ、次回運転停止時の水分吸着に備えることができる。

【0050】なお、本第1実施形態では、空気経路20および水素経路30の双方において吸着剤により水分を吸着除去するように構成しているが、空気経路20あるいは水素経路30のいずれか一方で吸着剤による水分の

吸着除去を行い、他方は他の手段により水分除去を行うように構成してもよい。

【0051】(第2実施形態) 次に、本発明の第2実施形態を図4、図5に基づいて説明する。本第2実施形態は、上記第1実施形態に比較してFC STACK 10の水素極側の水分除去を吸着剤による吸着以外の方法により行う点が異なる。上記第1実施形態と同様の部分については同一の符号を付して説明を省略する。

【0052】図4は、本第2実施形態の燃料電池システムの全体構成を示している。図4に示すように、本第2実施形態では水分吸着部25は空気経路20にのみ設けられており、水素経路30には設けられていない。

【0053】また、本第2実施形態では、FC STACK 10には、FC STACK 10を構成する各セルの出力電圧を検出するセルモニタ(図示せず)が設けられている。FC STACK 10の電解質膜の乾燥が進行すると、FC STACK 10の発電効率が悪くなつて、FC STACK 10を構成する各セルの出力電圧が低下する。従つて、FC STACK 10内部の乾燥状態(湿潤状態)とセル出力電圧との間には相関関係があり、セルモニタにてセル出力電圧を検出することで、精度よくFC STACK 10内部の湿潤状態を間接的に検出することができる。このようにセルモニタはFC STACK 10内部の湿潤状態を検出する湿潤状態検出手段として用いられる。

【0054】次に、本第2実施形態の燃料電池システムの水分除去制御を図5のフローチャートに基づいて説明する。なお、燃料電池システムの通常運転における作動は上記第1実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0055】まず、通常運転停止後にFC STACK 10内の水分バージ(水分除去)が必要か否かを判定する

(ステップS20)。この結果、水分バージが必要と判定された場合には、空気圧送コンプレッサ21および水素ポンプ31を作動させ、空気経路20に乾燥空気を供給し、水素経路30に乾燥水素を供給する(ステップS21)。このとき、FC STACK 10は停止しているため、2次電池12からの電力供給によりポンプ21、31を作動させる。また、加湿装置23による供給空気および供給水素への加湿は行わない。これにより、空気経路20から加湿されない乾燥空気がFC STACK 10の酸素極側に供給され、水素経路30から加湿されない乾燥水素がFC STACK 10の水素極側に供給される。

【0056】FC STACK 10に乾燥空気および乾燥水素が供給されることにより、FC STACK 10では電気化学反応が起り発電する。これにより、FC STACK 10の水素極側の水分除去が行われる(ステップS22)。

【0057】すなわち、FC STACK 10の水素極側に残る水分は、電解質膜中を水素イオンとともに酸素極側に随伴移動する。これにより水素極側に残した水分は失われ、水素極側は乾燥に向かうこととなる。ま

た、水素極に供給された乾燥水素は水素極に残留する水分を含んで湿潤ガスとなって系外に排出されるため、これによっても水素極の水分除去および乾燥を進行させることができる。

【0058】但し、FCスタック10の酸素極側には、電気化学反応により生成した水分と水素極側より移動した水分とが存在することとなる。水素極の水分除去時ににおいて、酸素極側に乾燥空気を供給しているので、酸素極側においても乾燥空気は水分を含んで湿潤ガスとなり系外に排出される。

【0059】このように、FCスタック10に乾燥空気および乾燥水素を供給して、FCスタック10の仮の運転を行うことで、FCスタック10の水素極側の水分を除去して乾燥させることができる。なお、FCスタック10は仮の運転により発電するが、自動車としての駆動動力としては必要ないため、電力は本水分除去制御を行うための空気圧送コンプレッサ21、水素ポンプ31、シャットバルブ22、23、32、33、流路切替弁25等の補機動力として用いられる。

【0060】次に、セルモニタによりFCスタック10を構成する各セルの出力電圧を検出し、FCスタック10内の残留水分が除去できたか否かを判定する（ステップS23）。上述のようにFCスタック10内の湿潤状態とセル出力電圧とは相関関係があるので、セルモニタ13にて検出したセル出力電圧が所定電圧より低い場合には、水素極が充分乾燥していると判定することができる。

【0061】この結果、FCスタック10内に残留水分が存在している場合には、上記ステップS21、S22の水分除去制御を繰り返し行う。一方、FCスタック10の水素極側に残留水分が存在していない場合には、酸素極側の水分除去を行う。

【0062】まず、シャットバルブ22、23、32、33により空気経路20および水素経路30を遮断する（ステップS24）。次に、流路切替弁25により空気経路20を水分吸着部24側に切り替える（ステップS25）。その後、自然放置して水分吸着部24に充填された吸着剤にFCスタック10内部における酸素極側の水分を吸着させる（ステップS26）。これにより、FCスタック10内部の水素極側および酸素極側を乾燥させることができる。

【0063】（第3実施形態）次に、本発明の第3実施形態を図6に基づいて説明する。本第3実施形態の燃料電池システムは、上記第1実施形態に比較してFCスタック10内部の水分除去・乾燥を部分的に行う点が異なるものである。上記第1実施形態と同様の部分については同一の符号を付して説明を省略する。

【0064】図6はFCスタック10単体の概略図であり、FCスタック10は例えば400個のセルから構成されているとする。本第3実施形態では、FCスタック

10構成するセルのうち100個のセルを起動用セル10aとして水分除去を行う。

【0065】通常、FCスタック10はすべてのセルに分割されており、それぞれに並列的に燃料ガス（水素および空気）と冷却水とが供給されるように構成されている。FCスタック10に燃料ガスを供給するガス経路20、30には、ガス経路20、30を起動用セル10aのみ連通させる切替弁27が設けられている。また、冷却水経路40には、冷却水経路40を起動用セル10aのみ連通させる冷却水切替弁45が設けられている。

【0066】このような構成により、FCスタック10の通常運転停止後、FCスタック10内部の水分除去を行った際に、切替弁27によりガス経路20、30を起動用セル10aのみ開くことで、FCスタック10を構成するセルのうち起動用セル10aのみを水分除去し乾燥させることができる。これにより、低温環境下において、起動用セル10aのみが凍結しない。

【0067】次に、FCスタック10の低温起動するときには、乾燥している起動用セル10aに燃料ガスを供給して発電を開始する。発電に伴い起動用セル10aでは発熱を生ずる。このとき、冷却水切替弁45を起動用セル10a側にのみ流れるように切り替える。冷却水は起動用セル10aを循環し、起動用セル10aの排熱により昇温する。そして、冷却水切替弁45を凍結している残りの300セル側に切り替えることで、起動用セル10aの発電に伴う排熱を残りのセルに伝えることができ、FCスタック10全体を昇温させることができる。

【0068】このように、FCスタック10を構成する一部の起動用セル10aを乾燥させることで、残りのセルは凍結して瞬時に起動することができないが、最初に起動用セル10aを起動させ、起動用セル10aの発電に伴う排熱を残りのスタックに供給することで、FCスタック10全体を起動させることができる。

【0069】本第3実施形態によれば、低温起動性を向上させるためにFCスタック10を構成するセルのすべてについて水分除去を行う必要はなく、システム全体の効率を向上させることができる。

【0070】（他の実施形態）また、上記各実施形態において、吸着剤による水分吸着除去の前に、空気経路24あるいは水素経路30のうち少なくとも水分吸着部24、34が設けられている経路に加熱された乾燥ガスを供給して、温風による水分バージを行なうように構成してもよい。上記第2実施形態の燃料電池システムでは、乾燥ガス供給によるFCスタック10の仮運転の後であって、吸着剤による水分吸着除去の前に、空気経路20に乾燥ガスを供給して温風バージを行なえばよい。吸着剤による水分除去に先立ち温風バージを行なうことで、吸着剤によって除去すべき水分量が減少するため、吸着剤の容量を少なくすることができる。

【0071】乾燥ガスの種類は問わないが、加湿されな

い空気を用いることができる。温風バージに用いる乾燥ガスはFC STACK 10内部の温度より高温である必要があり、例えば空気圧送コンプレッサ21による断熱圧縮による加熱でもよく、乾燥ガス加熱用のヒータを設けててもよい。

【0072】また、上記各実施形態では、吸着剤による水分吸着除去は自然放置により行ったが、吸着の際、空気経路20および水素経路30に両端部に設けられたシャットバルブ22、23、32、33によりFC STACK 10の内圧を調整するようにしてよい。具体的には、FC STACK 10内部の圧力を低下させることで、FC STACK 10内部の水分が蒸発しやすくなる。これにより、FC STACK 10内部の残留水分が吸着剤に吸着されやすくなる。

【0073】また、上記各実施形態では、吸着剤による水分吸着の際、自然冷却したが、これに限らず、例えば水分吸着部に冷却水を循環させて吸着剤を積極的に冷却するように構成してもよい。さらに、吸着剤に吸着した水分を、次の通常運転時にFC STACK 10に供給される空気や水素の加湿に用いる際、吸着剤を積極的に加湿するように構成してもよい。

\* 熱するように構成して、空気の加湿を促進させるように構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】上記第1実施形態の燃料電池システムの全体構成を示す概略図である。

【図2】図1の燃料電池システムの制御系を示す説明図である。

【図3】図1の燃料電池システムの水分除去制御の作動を示すフローチャートである。

【図4】上記第2実施形態の燃料電池システムの全体構成を示す概略図である。

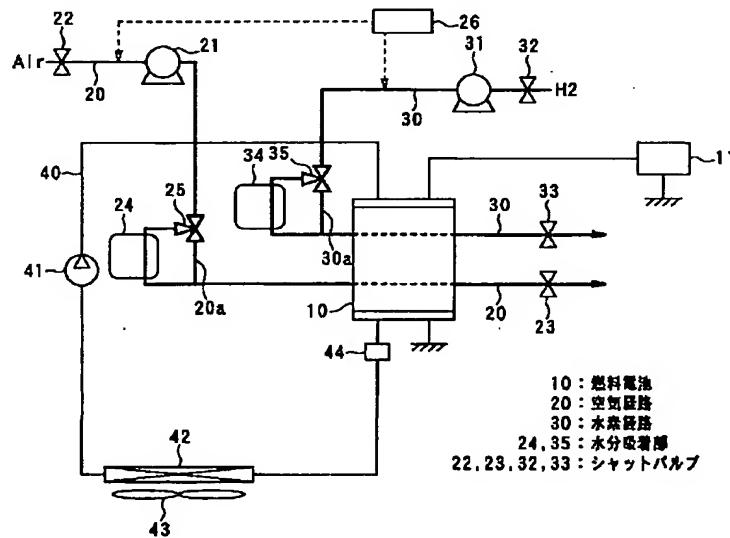
【図5】図4の燃料電池システムの水分除去制御の作動を示すフローチャートである。

【図6】上記第3実施形態の燃料電池システムの燃料電池の構成を示す概略図である。

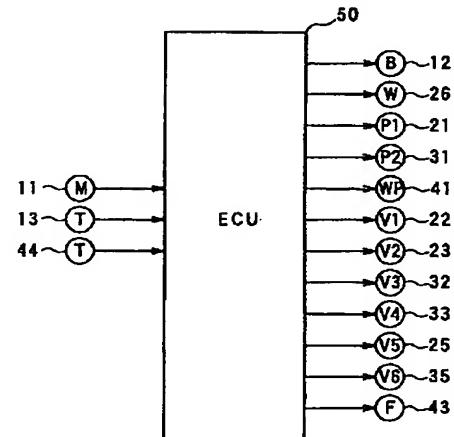
【符号の説明】

10…燃料電池（FC STACK）、20…空気経路、30…水素経路、22、23、32、33…開閉弁（シャットバルブ）、24、34…水分吸着部、25、35…流路切替弁。

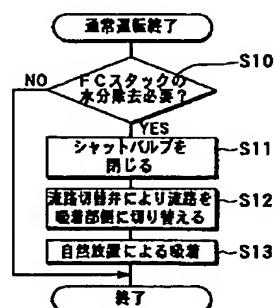
【図1】



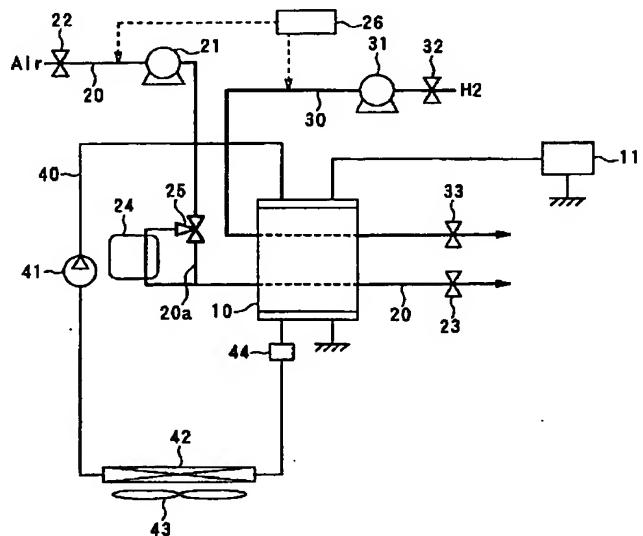
【図2】



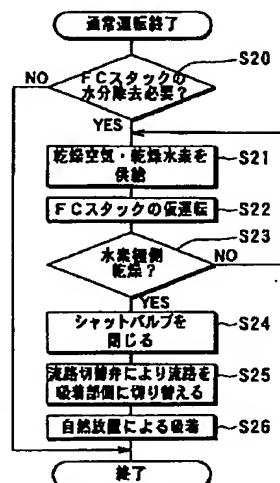
【図3】



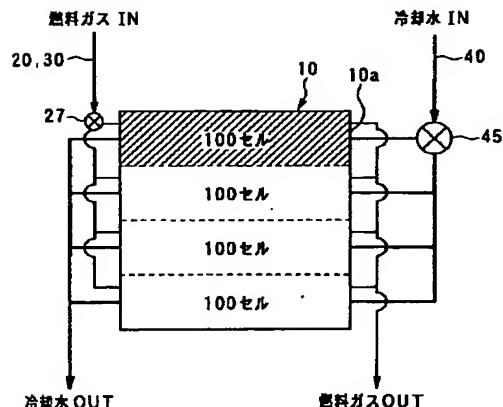
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.  
H 01 M 8/10

識別記号

F I  
H 01 M 8/10

マークド (参考)

(72)発明者 堀田 直人  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内F ターム(参考) SH026 AA06 CX10  
SH027 AA06 DD00